

IMAGE FUV と SuperDARN による極域ジュール加熱率と沿磁力線電流の導出

尾崎 直紀¹、細川 敬祐¹、小川 泰信²、藤田 茂³、田中 高史⁴

¹ 電通大

² 極地研

³ 気象大

⁴ 九大・宇宙センター

Deriving Joule heating rate and field-aligned currents in the polar ionosphere from IMAGE/FUV and SuperDARN

Naoki Ozaki¹, Keisuke Hosokawa¹, Yasunobu Ogawa², Shigeru Fujita³, Takashi Tanaka⁴,

¹UEC

²NIPR

³Meteorological College

⁴SERC, Kyushu Univ.

In the past studies, it has been tried to model the currents and the Joule heating rate in the polar ionosphere from a set of observations. However, the availability of the convection electric field and the conductance used for the modeling is not always perfect in time and space due to several limitations in the observations. Hence, the temporal evolution of the response of the ionosphere-thermosphere system and magnetosphere-ionosphere coupling system to the energy input from the magnetosphere has not been understood well; thus, there still exist several unclarified issues. In this paper, we established a method for deriving a global map of the Joule heating rate and field-aligned currents (FAC) by combining the Pedersen and Hall conductivities as estimated from the global UV auroral observations of the IMAGE spacecraft, the convection electric field as obtained from Super Dual Auroral Radar Network (SuperDARN). To test the procedure, we estimated the Joule heating rate and FAC for two auroral substorm events identified from the IMAGE spacecraft observations on September 25, 2001 and January 12, 2002, and discuss its temporal evolution in detail.

As a result, it was found that there is no remarkable difference in the Joule heating rate between regions of high (due to the auroral substorm) and low conductivities. This implies that the Joule heating rate depends more on the convection electric field than on the conductance. In particular, during the event on September 25, 2001, when an auroral substorm occurred in a large area on the nightside, any significant enhancements of the Joule heating rate were not seen within the auroral bulges. This suggests that the convection electric field decreases in the regions of bright auroral activity and then the Joule heating rate does not always increase in the auroral bulges. The contribution of the gradient in the Pedersen and Hall conductivities to the closure of FAC is more remarkable during the expansion phase, whereas the contribution of the gradient of the convection electric field is predominant during the growth phase. This implies that much of FAC can be driven by horizontal gradient of conductivities during intervals of auroral breakups. In the presentation, FAC maps obtained from global MHD simulation will be compared with those derived from the IMAGE/FUV and SuperDARN, and then similarities/differences between them will be discussed in terms of the solar wind/magnetosphere/ionosphere coupling system.

極域電離圏における電流やジュール加熱率をグローバルなスケールで推定する試みは、これまでも多くの研究によって成されてきた。但し、その推定の基礎となる電気伝導度や対流電場については、必ずしもグローバルにかつ連続的に値が得られる訳ではなかった。このため、オーロラサブストームなどの突発的な擾乱現象に応答する形で、電離圏・熱圏システム、電離圏・磁気圏システムがどのような時間発展を示すのかについては、未だに解明されていない部分が多い。本研究では、IMAGE 衛星による紫外オーロラの広域撮像観測データから推定したペダーセン、ホール電気伝導度と、極域大型短波レーダーネットワーク (Super Dual Auroral Radar Network: SuperDARN) から導出した電離圏対流電場に基づいて、沿磁力線電流 (FAC) とジュール加熱率のグローバルな分布を算出し、その時間変動を明らかにすることを目的としている。まず、電気伝導度については IMAGE 衛星がオーロラサブストーム時の極域を撮像した紫外線画像を基に、経験モデルから推定を行った。推定された電気伝導度の信頼性については、ノルウェー・トロンムに設置されている EISCAT レーダーが同じ時刻に計測した値と直接比較し、経験モデルの妥当性を含めて検証を行っている。次に、SuperDARN から得られた視線方向ドップラー速度データを、極域静電ポテンシャルを球面調和関数で仮定することで展開し、求められた静電ポテンシャルの

勾配をとることで電離圏対流電場を算出した。これらの物理量を用いて、2001 年 9 月 25 日、2002 年 1 月 12 日の 2 例のオーロラサブストームに関して、FAC とジュール加熱率の分布を求め、その時間発展を追跡した。

ジュール加熱率は電場により強く依存しているため、オーロラサブストームの発生により広域に電気伝導度が上昇した領域においても、電気伝導度が低い場所と比べて顕著な違いは見られなかった。特に 2001 年のイベント中には、大規模なオーロラサブストームが起こったことが確認されているが、その領域においてジュール加熱率の大きな変動は見られなかった。この結果は、拡大するオーロラバルジの内部においては、電気伝導度が増大する代わりに電場が相対的に弱まるため、顕著なジュール加熱が起きていないことを示唆するものである。2002 年のイベントでは爆発相と成長相のオーロラが出現している間の FAC を算出した。爆発相の間は、ペダーセン・ホール電気伝導度の勾配によって作られる FAC の寄与が大きく、それに対して、成長相の間は対流電場の発散によって作られる FAC の寄与が大きいことが確認できた。この結果は、電離圏擾乱時には電気伝導度の勾配が増大することにより FAC が駆動されていることを示唆するものである。発表では、2002 年の事例について実太陽風データを入力として走らせたグローバル MHD シミュレーションから算出された FAC やジュール加熱率との比較も行った結果についても報告を行う予定である。